

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 101 46 079 A 1

(51) Int. Cl. 7:
B 23 P 15/10

(21) Aktenzeichen: 101 46 079.1
(22) Anmeldetag: 19. 9. 2001
(43) Offenlegungstag: 3. 4. 2003

(71) Anmelder:
Mahle GmbH, 70376 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Ißler, Wolfgang, Dr., 71409 Schwaikheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 199 01 770 A1
DE 100 29 810 A1
DE 39 32 563 A1
DE 38 01 847 A1
DE 21 24 595 A

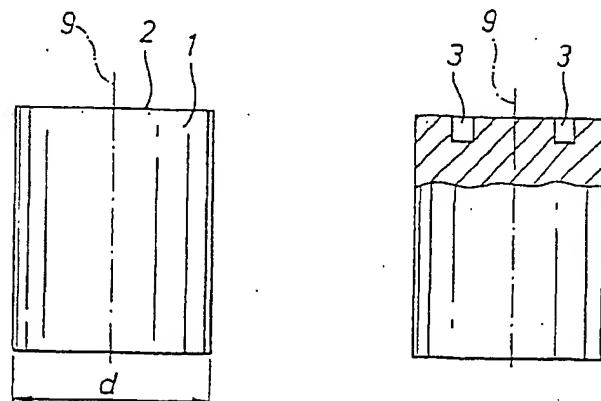
OETTING.H., WALZER,P.: Keramische Werkstoffe und
faserverstärkte Kunststoffe - alternative
Werkstoffe für den Automotormotor. In: ZwF, 81,
1986, S.418-422;
MÜLLER-SCHWELLING, Dieter, u.a.: Verstärkung von
Aluminiumkolben durch neuartige
Verbundwerkstoffe.
In: MTZ Motortechnische Zeitschrift, 49, 1988, 2,
S.59-62;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Verfahren zur Herstellung eines Kolbens oder Kolbenbodens für einen Verbrennungsmotor

(55) Durch ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens oder Kolbenbodens mit einer Verbrennungsmulde (6) für einen Verbrennungsmotor soll ein einfaches und kostengünstiges Herstellen von Kolben mit verringrigerer Verzundungsneigung am Rand der Verbrennungsmulde erreicht werden. Dazu wird der Kolben aus einem zylindrischen Rohteil (1) aus Stahl geformt, wobei der Stangenabschnitt mindestens eine Stirnfläche (2) aufweist. Das Verfahren ist erfundungsgemäß durch die folgenden Schritte charakterisiert:

- A) Ausbilden einer ringförmig umlaufenden Ausnehmung (3) in der Stirnfläche (2);
- B) Aufbringen von Zusatzmaterial (4) in die Ausnehmung (3); Herstellen einer mindestens teilweise kraftschlüssigen Verbindung des Zusatzmaterials (4) mit dem Stahl des Rohteils (1);
- C) Schmieden des nach den Schritten A) und B) gebildeten Rohteils (1) zu einem Kolbenrohling (5);
- D) maschinelles Bearbeiten des Kolbenrohlings (5) zum einbaufertigen Kolben (10) für einen Verbrennungsmotor.



DE 101 46 079 A 1

DE 101 46 079 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens oder Kolbenbodens für einen Verbrennungsmotor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. [0002] Es ist an sich bekannt, dass nach einem Motorlauf an Stahlkolben mit Verbrennungsmulden oder aus Stahl bestehende Kolbenböden in Abhängigkeit von der im Lauf erreichten Betriebstemperatur am Muldenrand teilweise Verzunderung feststellbar ist. Diese Verzunderung kann zur Anrißbildung und damit zum Ausfall des Bauteils führen. Bekannte Lösungen zur Verbesserung dieser Situation sind beispielsweise das Beschichten des fertigen Kolbens im Muldenrandbereich mit einer zunderbeständigen Schicht mittels Plasmaspritzen, wie in dem SAE-Papier 860888 "In-Service Performance of Ceramic and Metallic Coatings in Diesel Engines" oder der Deutschen Patentanmeldung, Aktenzeichen 100 29 810.9, beschrieben. Ebenso ist das Auftragschweißen von zunderbeständigeren Werkstoffen am vorbearbeiteten Kolben oder Verfahren wie das Reibschiessen eines zunderbeständigeren Werkstoffes am Muldenrand bekannt.

[0003] Durch die DE 199 01 770 A1 ist weiterhin ein Herstellungsverfahren für einen Kolben eines Verbrennungsmotors offenbart, bei dem ein bereitgestellter, d. h. fertig span-abhebend bearbeiteter Kolben eine im Bodenbereich eingebrachte umlaufend ringförmige Vertiefung aufweist, in der anschließend Kupfer/Aluminiumdrahtstäbe eingelegt und aufgeschmolzen werden, sodass die ringförmige Vertiefung eine Al/Cu-Schichtstruktur aufweist. Durch eine maschinelle spanende Endbearbeitung, die im wesentlichen nur im ringförmigen umlaufenden Bereich durchgeführt wird, erfolgt die Fertigstellung des Kolbens.

[0004] Der Nachteil der genannten Verfahren besteht darin, dass von einem bereits fertig bearbeiteten Kolben aus gegangen wird, bei dem anschließend mittels vorgenannt beschriebener Verfahren zunderbeständige Materialien im Bodenbereich oder Muldenrand des Kolbens eingebracht und anschließend der Kolben endbearbeitet werden muss. Alle diese Lösungen unterbrechen den Vorgang einer span-abhebenden Bearbeitung und benötigen außerdem eine Wärmebehandlung zum Abbau der Eigenspannungen, die zwischen dem Kolben und zunderbeständigen Material auftreten.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem Stand der Technik vereinfachtes und kostengünstiges Herstellungsverfahren für einen Kolben mit verringriger Verzunderungsneigung am Muldenrand anzugeben.

[0006] Erfindungsgemäß gelöst wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Verfahrensschritte des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Dadurch, dass die Herstellung eines geschmiedeten Stahl-Kolbens bzw. Stahlroherteils aus einem zylindrisch geformten Stahl-Stangenabschnitt erfolgt, der mindestens eine zur Längsachse des Stangenabschnitts rechtwinklig ausgebildete ebene Stirnfläche aufweist, ist in einfacher Weise eine ringförmig umlaufende Ausnehmung in einem Bereich der Stirnfläche einformbar, in welchem später der Muldenrand der Verbrennungsmulde entsteht. Die für das nachfolgende herkömmliche Schmieden erforderliche Vorwärmung bewirkt, dass die Eigenspannung zwischen dem Stahl-Kolbenmaterial und zunderbeständigen Material so abgebaut wird, dass keine zusätzliche Wärmebehandlung erforderlich ist. Üblicherweise betragen die Temperaturen dafür ca. 850–900°C.

[0008] Zwar verformt sich die Ausnehmung, in der zun-

derbeständiges Material vor dem Schmieden eingeschweißt wird, während des Schmiedens, aber es kommt nach dem Schmieden im wesentlichen am Muldenrand der Verbrennungsmulde zu liegen, sodass eine Fertigstellung des Kolbens oder Kolbenbodens ohne Unterbrechung der nachfolgenden spanenden Bearbeitung durchführbar ist.

[0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Herstellungsverfahrens kann ein Kolben oder Kolbenboden dadurch hergestellt werden, indem auf die ebene Stirnfläche im Bereich des späteren Muldenrandes das zunderbeständige Material in einer Menge aufgeschweißt wird, die nach dem Schmieden und Endbearbeiten eine Ausbildung eines zunderbeständigen Muldenrands ermöglicht.

[0010] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

[0011] Fig. 1 schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens in den Schritten A bis D in einer ersten Ausführungsform

[0012] Fig. 2 schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens in den Schritten B bis D in einer weiteren Ausführungsform.

[0013] In der Fig. 1 weist ein mit 1 bezeichneter zylindrischer Stangenabschnitt aus Stahl, nachfolgend als Rohteil 1 bezeichnet, das bevorzugt aus einem Werkstoff 42CrMo4 oder 38MnSi6 besteht, eine zur Längsachse 9 rechtwinklig ausgebildete Stirnfläche 2 auf, die beispielsweise durch einen Dreharbeitsgang hergestellt wird. In die Stirnfläche wird ebenfalls mittels Drehen eine umlaufende ringförmige Ausnehmung 3 in einem Bereich der Stirnfläche 2 eingebracht (Herstellungsschritt A), die später einen Muldenrand 6a innerer Verbrennungsmulde 6 im Kolben 10 bzw. Kolbenboden bildet. Abhängig vom herzustellenden Kolbentyp und Kolbengröße kann dieser Bereich 30 bis 90 Prozent des Durchmessers d des Rohteils 1 bzw. späteren Kolbennendurchmessers betragen, wobei die Tiefe der Ausnehmung 3 in Abhängigkeit vom herzustellenden Kolbentyp beispielsweise 5–15% des Kolbennendurchmessers betragen kann.

[0014] Im Verfahrensschritt B) erfolgt mittels eines Schweißverfahrens, beispielsweise CO₂-Schweißen, Laser- oder Elektronenstrahlenschweißen, Reibschiessen, Sprengplattieren oder anderer bekannter Verbindungsverfahren das Einschweißen eines zunderbeständigen Materials 4, nachfolgend als Zusatzmaterial bezeichnet, das bei einer Belastungstemperatur im Verbrennungsmotor von über 450°C keine oder nur geringe Neigung zur Bildung einer Zunderschicht aufweist. Bevorzugt können dafür Werkstoffe auf Nickelbasis oder Ventilstahl X45CrSi9 verwendet werden. Die Ausnehmung 3 ist nach der Durchführung des Schweißens komplett mit zunderbeständigem Material 4 ausgefüllt und kann sogar über die Stirnfläche 2 reichen.

[0015] Durch an sich bekannte Schmiedeverfahren wird die Umformung des Stangenabschnitts 1 zu einem Kolbenrohr 5 realisiert, wie im Verfahrensschritt C) der Fig. 1 dargestellt. Durch das Schmieden wird das zunderbeständige Material 4 derart verformt, dass zumindest im Bereich des entstehenden Muldenrandes 6a auf dem gesamten Umfang oder auf einem Teil des Umfangs das zunderbeständige Material zu liegen kommt, wobei aber auch ein lokales Fließen des Materials 4 infolge des Schmiedens in den Bereich des Muldenbodens hinein nicht auszuschließen ist. Anschließend erfolgt durch eine spanende Bearbeitung die Fertigstellung des Kolbenrohlings zu einem in einen Verbrennungsmotor einsetzbaren Kolben 10 mit gewünschter Verbrennungsmulde 6, Ringpartie 7, Bolzenhabe 8, etc..

[0016] In einer weiteren Ausführungsform des Herstellungsverfahrens gemäß Fig. 2 ist ein Kolben oder Kolbenboden dadurch herstellbar, dass der Verfahrensschritt B) und damit das Einbringen einer Ausnehmung 3 in die Stirnfläche

2 entfällt. Stattdessen erfolgt ein Aufbringen einer Schweißschicht aus zunderbeständigem Material 4 in einer Dicke und wenigstens in einem Bereich auf der Stirnfläche 2, wie vorgenannt in der ersten Ausführungsform beschrieben. Alle anderen Verfahrensschritte werden gemäß den Angaben zum ersten Ausführungsbeispiel, Fig. 1, beibehalten. [0017] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das Herstellungsverfahren ebenso Kolbenböden für gebaute Kolben umfasst.

[0018] Auf dem selben Herstellweg kann sinngemäß ein 10 Bauteil mit lokal unterschiedlichen Festigkeiten hergestellt werden.

Bezugszeichen	15
1 Rohteil, zylindrischer Stangenabschnitt	
2 Ebene Stirnfläche	
3 Ringförmige Ausnehmung	
4 Zusatzmaterial, zunderbeständig	20
5 Kolbenrohrling	
6 Verbrennungsmulde bzw. Bodenmulde	
6a Muldenrandbereich	
7 Ringpartie	
8 Bolzenabnabe	
9 Längsachse des Stangenabschnitts	25
10 Kolben	
d Durchmesser des Stangenabschnitts	
A)-D) Verfahrensschritte	
1) Zylindrischer Stangenabschnitt mit zur Achse rechtwinklig ausgeformter Stirnfläche;	30
A) Eindrehen einer ringförmigen Ausnehmung;	
B) Ausfüllen der ringförmigen Ausnehmung mit zunderbeständigem Material und anschließendem Schmelzen;	
C) Schmieden des Kolbenrohrlings;	
D) Fertigbearbeitung des Kolbens.	35

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kolbens (10) oder Kolbenbodens für einen Verbrennungsmotor mit einer am Kolbenboden vorgesehenen Verbrennungsmulde (6), bei dem der Kolben (10) aus einem zylindrischen Rohteil (1) aus Stahl geformt wird, wobei das zylindrische Rohteil (1) mindestens eine ebene Stirnfläche (2) aufweist, die rechtwinklig zur Längsachse (9) des Rohteils (1) ausgebildet ist, gekennzeichnet durch die Schritte:
 A) Ausbilden einer ringförmig umlaufenden Ausnehmung (3) in der Stirnfläche (2);
 B) Aufbringen von Zusatzmaterial (4) in die Ausnehmung (3) mittels einer mindestens teilweise kraftschlüssigen Verbindung des Zusatzmaterials (4) mit dem Stahl des Rohteils (1);
 C) Schmieden des nach den Schritten A) und B) gebildeten Rohteils (1) zu einem Kolbenrohrling (5);
 D) maschinelles Bearbeiten des Kolbenrohrlings (5) zum einbaufertigen Kolben (10) in den Verbrennungsmotor.
 40
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ringförmige Ausnehmung (3) so positioniert in einem Bereich der Stirnfläche (2) eingebracht wird, dass sie am einbaufertigen Kolben (10) im Randbereich (6a) der Verbrennungsmulde (6) liegt.
 45
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzmaterial (4) durch Schweißen aufgebracht wird, wobei die ringförmige Ausnehmung (3) vollständig mit Zusatzmaterial (4)

ausgefüllt ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Schweißen durch CO_2 -, Laser- oder Elektronenstrahlschweißen, Reibschweißen, Sprengplattieren, erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das zylindrische Rohteil (1) aus einem 42CrMo4 oder 38MnSi6 Werkstoff oder AFP-Stahl und das Zusatzmaterial aus einem Werkstoff gebildet ist, das bei Temperaturen über 450°C keine oder nur geringe Neigung zur Bildung einer Zunderschicht aufweist.

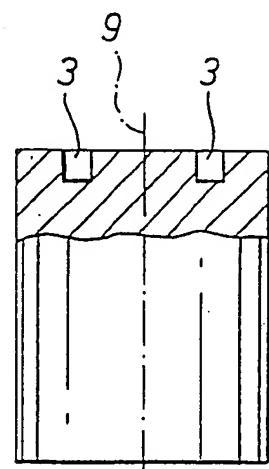
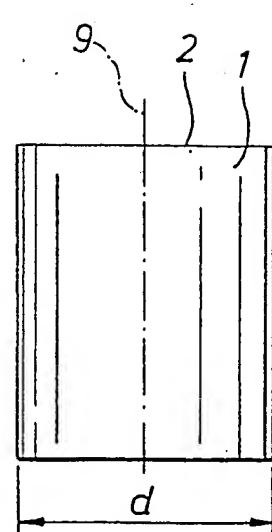
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzmaterial ein zunderbeständiges Material wie Ventilstahl X45CrSi9 oder ein Werkstoff auf Nickelbasis ist.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein einbaufertiger Kolben (10) unter Weglassen des Verfahrensschritts A) hergestellt wird.

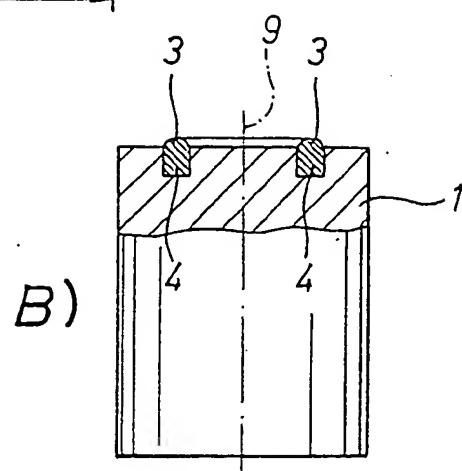
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der gesamte Randbereich der Verbrennungsmulde (6a) nicht über den ganzen Umfang der Verbrennungsmulde (6) aus dem Zusatzmaterial (4) gebildet wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

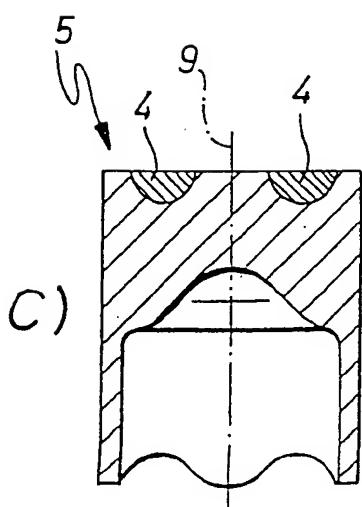
- Leerseite -



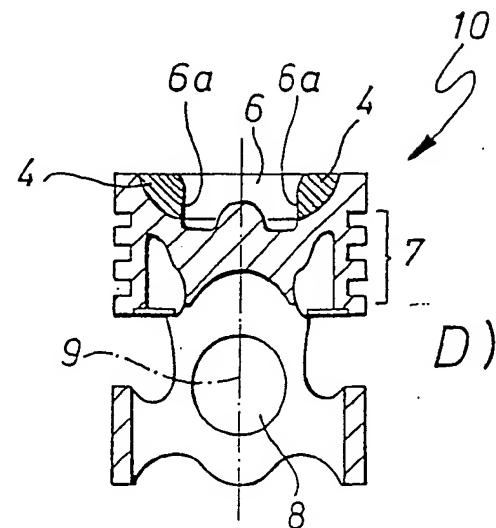
A)



B)



C)



D)

Fig. 1

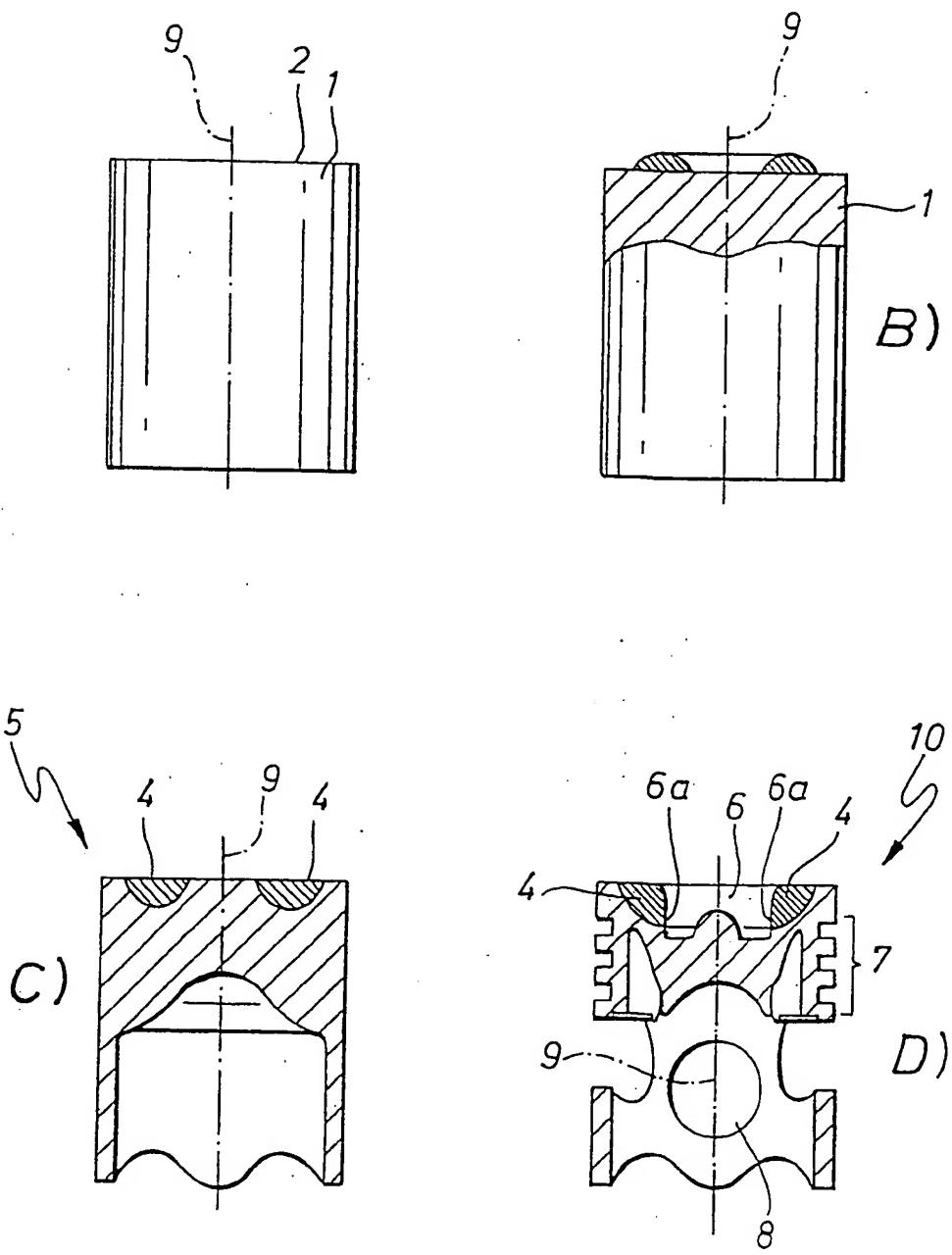


Fig. 2